

МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ

Сіренко М. М., Протопоп А. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра «Комп'ютерні та радіоелектронні системи контролю та діагностики», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, sirnn2@gmail.com

Мас-спектрометр – прилад для знаходження мас атомів, молекул за характером руху їх пучків іонів, що летять у вакуумі в електричних або магнітних полях. Він є важливим приладом для аутентифікації молекул при вимірюванні відношення маси до заряду m/z в іонізованому стані. Мас-спектрометр вимірює маси всередині зразка. Так мас-спектрометрія використовується в багатьох різних областях і застосовується до чистих зразків, а також до складних сумішей [1].

Існують п'ять основних типів мас-спектрометрів:

- секторні магнітні та (або) електричні;
- квадрупольні;
- часопролітні;
- з іонної пасткою;
- з перетворенням Фур'є.

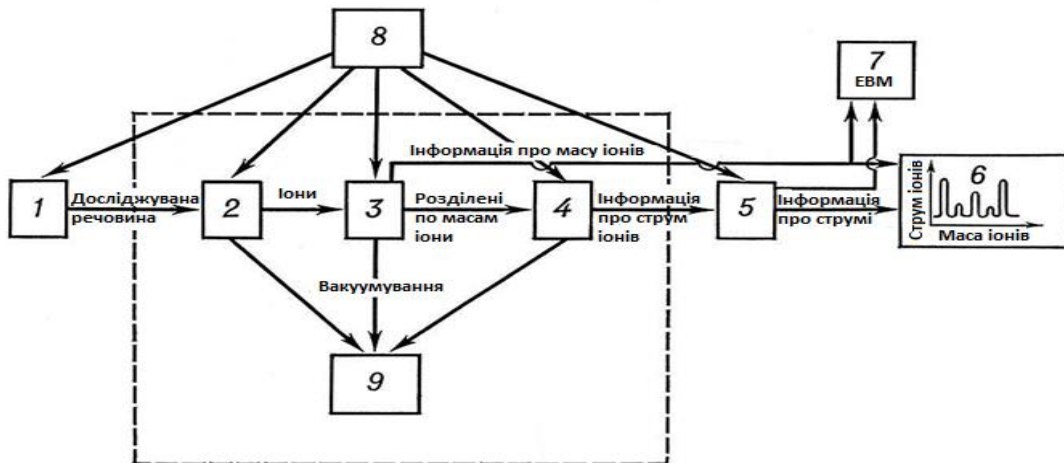


Рисунок 1

1 – система підготовки та введення досліджуваної речовини; 2 – іонне джерело; 3 – мас-аналізатор; 4 – іонний приймач; 5 – підсилювач; 6 – пристрій реєстрації; 7 – ЕВМ; 8 – система електричного живлення; 9 – відкатні пристрої.

Штрих-пунктиром обведена частина приладу, у якій створюється вакуум

Часопролітні мас-спектрометри використовують електричне поле для прискорення іонів через той же потенціал, а потім вимірює час, коли

вони роз'єднуються, щоб досягти детектора. Принцип роботи часопротітного мас-спектрометра заснований на тому, що при русі іонізованих молекул газу в безполевому просторі відбувається їх поділ на пучки близькі по відношенню маси до заряду іонів.

Квадрупольні прилади використовують коливальні електричні поля для вибіркової стабілізації або дестабілізації траєкторій іонів, що проходять через квадрупольне поле радіочастоти, створене між 4 паралельними стрижнями.

Секторні магнітні та електричні мас-спектрометри, завдяки своїй простоті і функціональності мас-спектрометри з секторних полем використовуються для гелієвих течешихувачів, до роздільної здатності яких високі вимоги не пред'являються. Принцип роботи Мас-спектрометр з секторним полем Молекули нейтрального газу іонізуються в іонному джерелі за допомогою бомбардування електронами. Утворені таким чином електрони прискорюються в напрямку секторного магнітного поля за допомогою напруги електричного струму. В області траєкторій іонів магнітне поле є однорідним і розташовується перпендикулярно площині зображення.

Мас-спектрометр з іонною пасткою. Тривимірна квадрупольному іонна пастка працює на одних і тих же фізичних принципах, що і аналізатор квадрупольних мас, але іони захоплюються і послідовно викидаються.

Варіантом квадрупольного аналізатора служить так звана тривимірна квадрупольна пастка, що представляє собою два гіперболоїда обертання, обмежених з боків кільцевим електродом Z , також з гіперболічним перетином внутрішньої поверхні [2].

Мас-спектрометрія з Фур'є-перетворення, або, точніше, Фур'є-іонний циклотронний резонанс, вимірює масу шляхом детектування струму зображення, створюваного іонами при участі магнітного поля. Принцип роботи мас-спектрометра з перетворенням Фур'є:

а – іони проникають в осередок аналізатора. Магнітне поле змушує теплові іони обертатися за низькими орбітам, радіус яких залежить від ставлення маси іонів до їх заряду m / t ;

б – додаються високочастотні імпульси, резонансно передвигають іони на більш високі орбіти;

в – високочастотний сигнал, що породжується примусовим обертанням іонів, вимірюється і піддається Фур'є-перетворення [3].

Список літератури

1. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А. Т. Лебедев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 493 с., ил. – (Методы в химии)
2. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / Москва: Техносфера, 2013. – 624с.